

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08218282 A**(43) Date of publication of application: **27.08.96**

(51) Int. Cl. **D07B 1/06**  
**B29C 70/10**  
**B29D 30/38**  
**B60C 9/00**  
**B60C 15/04**

(21) Application number: **07042610**(71) Applicant: **TOKYO SEIKO CO LTD**(22) Date of filing: **08.02.95**(72) Inventor: **KATAYAMA MASAKI****(54) ULTRAHIGH STRENGTH STEEL WIRE AND STEEL CORD FOR REINFORCING RUBBER****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To obtain an ultrahigh strength steel wire using a specific carbon steel wire material, good in toughness and fatigue resistance, having an ultrahigh tenacity, and suitable as a cord raw material for reinforcing rubber.

**CONSTITUTION:** This ultrahigh strength steel wire for reinforcing the rubber is produced by drawing a carbon steel wire material containing carbon in an amount of 0.80-0.89wt.% until giving a prescribed central diameter, thermally treating the drawn steel wire, plating a metal on the treated steel wire, and further drawing the metal-plated steel wire. Therein, the drawing process is performed under wet drawing

conditions. The drawing conditions comprise using drawing dice which have an approach angle of 8-10° and a bearing length of  $0.3d_1$  ( $d_1$  is the diameter of a drawing hole), comprise dice wherein the ribs of at least the final drawing dice and the plural dices are formed from sintered diamond, and use series parallel placed double dice as the final drawing dice, adopting a skin pass wherein the drawing area reduction degree of the dice on the side of the outer is 1.2-3.9%, and controlling the temperature of the wire just after drawing at 150°C. The produced steel wire has a tensile strength  $Y_{kgf/mm^2}$  satisfying an inequality:  $Y \geq 200d + 400$  wherein  $d$  is the diameter of the steel wire, and further has a torque reduction degree of 27% on a twist torque test.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 2 1 8 2 8 2

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 8 月 27 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
D07B 1/06			D07B 1/06	Z
B29C 70/10		9349-4F	B29D 30/38	
B29D 30/38		7504-3B	B60C 9/00	M
B60C 9/00		7504-3B		J
		7504-3B	15/04	B
審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 11 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平 7 - 4 2 6 1 0

(22) 出願日 平成 7 年 (1995) 2 月 8 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 3 5 2 8  
東京製綱株式会社  
東京都中央区日本橋室町 2 丁目 3 番 1 4 号

(72) 発明者 片山 政材  
茨城県新治郡出島村大字穴倉 5 7 0 7 番地  
東京製綱株式会社研究所内

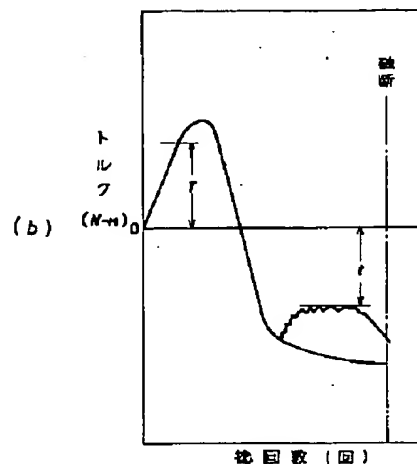
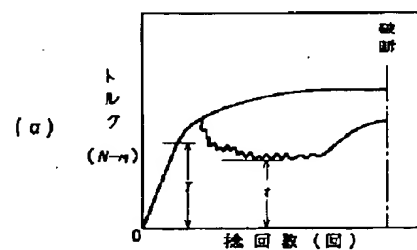
(74) 代理人 弁理士 黒田 泰弘

(54) 【発明の名称】 ゴム補強用超高強度スチールワイヤおよびスチールコード

## (57) 【要約】

【目的】 炭素含有量が従来レベルのままでありながら、ゴム製品の適切な軽量化及び耐疲労性向上を実現できる超高強度かつ高靱性のスチールワイヤおよびスチールコードを提供する。

【構成】 炭素を 0.80~0.89 重量% 含有するスチールワイヤであって、スチールワイヤの引張強さが  $-200d + 400$  以上であり、しかも一方向捻り後、逆方向捻りを与える捻回トルク試験でのトルクの低下率が 7% 以内の範囲にある。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】炭素を 0. 8 0 ~ 0. 8 9 重量 % 含有する炭素鋼線材を使用し、所定中間径まで伸線した後熱処理とめっき及び伸線を施して得られるスチールワイヤであって、スチールワイヤの引張強さが下記式を満足し、しかも一方捻り後、逆方向捻りを与える捻回トルク試験でのトルクの低下率が 7 % 以内の範囲にあることを特徴とするゴム補強用超高強度スチールワイヤ。

$$Y \geq -200d + 400$$

【Y : 引張強さ (kgf/mm<sup>2</sup>)、d : スチールワイヤ直径 (mm)】

【請求項 2】スチールワイヤが下記の湿式伸線条件で製造されたものである請求項 1 に記載のゴム補強用超高強度スチールワイヤ。

① 引抜き用ダイスとして、アブローチ角  $2\alpha$  が  $8 \sim 10^\circ$ 、ベアリング長さが  $0.3d_1$  (但し、 $d_1$  は引抜き孔径) であり、かつ少なくとも最終引抜きダイスとこれより上流の数個のダイスのニブが焼結ダイヤモンドからなるものを用いる。

② 最終引抜きを 2 枚のダイスを直列に並べたダブルダイスを使用して行い、出口側ダイスでの引抜き減面率 1. 2 ~ 3. 9 % のスキンパスとする。

③ スキンパス直後のスチールワイヤ温度を  $150^\circ\text{C}$  以下に制御する。

【請求項 3】請求項 1 または請求項 2 に記載のスチールワイヤを複数本撚り合わせたこと特徴とするゴム補強用超高強度スチールコード。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は自動車用タイヤや搬送用ベルト及び高圧ホース等のゴム製品の補強に用いられる超高強度スチールワイヤおよびこれを用いたスチールコードに関するものである。

【0002】

【従来の技術とその技術的課題】従来、自動車用タイヤや搬送用ベルト及び高圧ホース等のゴム製品の補強材としてスチールワイヤやスチールワイヤを複数本撚り合わせたスチールコードが使われている。したがってこうした補強材は高強度、高靱性及び耐疲労性などの特性がすぐれていることが要求される。しかも最近、これらのゴム製品にはコスト低減、取り扱い易さおよび軽量化が強く要求されており、ことに軽量化は自動車用タイヤにおいて燃費削減等の観点から重視されている。そのため補強材については更に高強度が必要になってきている。

【0003】しかしながら、この対策として、単に伸線加工を施すことで高強度化するだけでは、靱性が劣化して伸線及び撚り線加工が困難になったり、必要な特性を満足させることはできなくなる。また、ワイヤを複数本撚り合わせてコードにした場合に強度の低下が大きくなってしまい、高強度化の意味がなくなってしまうとい

2

う問題も生じる。従来、ゴム製品の補強材としてのスチールワイヤやスチールコードは、一般に炭素含有量が  $0.70 \sim 0.75$  重量 % 程度の炭素鋼線材を用いて所定中間径まで伸線後、熱処理とめっきおよび伸線することで製造されていた。この場合のスチールワイヤの引張り強度 Y は、図 1 に示すように、ワイヤ直径 d との関係において、 $Y \geq -200d + 335$  (kgf/mm<sup>2</sup>) 程度であった。その後、高強度化の要求により、炭素含有量が  $0.80 \sim 0.89$  重量 % 程度の炭素鋼線材を用いて、 $Y \geq -200d + 365$  (kgf/mm<sup>2</sup>) 程度の高強度材が現在実用化されている。しかし、上記した要求に応えるためには  $Y \geq -200d + 400$  (kgf/mm<sup>2</sup>) を越えるレベルの超高強度材が必要であるが、前記炭素量範囲では製造上および靱性劣化の問題から実用化されていないのが実情である。

【0004】詳述すると、超高強度のスチールワイヤはそれ自体は製作可能である。しかし、上記のように  $Y \geq -200d + 400$  (kgf/mm<sup>2</sup>) を越えるレベルの超高強度材になると、実際の製造においても多くの課題が出てくる。すなわち、たとえば重量比で 1. 0 % を以上というような高い炭素含有量の線材を用いて、伸線加工度も大きくとって加工硬化により強度を上げることが考えられる。しかし、高い C 量の線材はそのコストが高くまたその熱処理も難しくなる。また、伸線加工工程においても、高強度(高硬度)の材料をダイスを使って引き抜くため引抜き力が高くなってダイスの消耗が激しくなったり、或いは引き抜けなくなって断線が多発したりして目的のワイヤが実用的に得られない状況になる。まず、この問題を克服するのが困難である。

【0005】さらに、スチールワイヤは超高強度の特性だけでは不十分であり、靱性を兼ね備えていなければならない。しかも、スチールワイヤは板や棒と違って単純に曲げや引っ張りが作用するだけでなく、コード製造時に捻られ、またゴムに埋め込まれた状態で引っ張り、圧縮およびせん断など複雑多様な力を受ける特殊条件下にある。しかし、こうした使用条件に則した靱性の有効な判断手段やその定量性について知られていなかった。すなわち、従来では、スチールワイヤをその軸方向と直角面において中心軸のまわりに捻り、スチールワイヤが破断するまでの回数(捻回値)をもって靱性の尺度としていた。しかし、このような捻回値では厳密な靱性良否の臨界を設定することは不可能で、尺度として信頼できないものであった。その理由は、同一の捻回値をもつスチールワイヤ同士でも、その後の撚り線性や耐疲労性等において良好なものと不良のものが出てしまうことが多数経験されたからである。

【0006】本発明は前記したような問題点を解消するために研究を重ねて創案されたもので、その目的とするところは、炭素含有量を従来レベルのままとしながら、ゴム製品の適切な軽量化及び耐疲労性向上を実現できる

超高強度かつ高靱性のスチールワイヤおよびスチールコードを提供することにある。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明は、炭素を 0. 8 0 ~ 0. 8 9 重量% 含有する炭素鋼線材を使用し、所定中間径まで伸線した後熱処理とめっき及び伸線を施して得られるスチールワイヤであって、スチールワイヤの引張強さが下記式を満足し、しかも一方方向捻り後、逆方向捻りを与える捻回トルク試験でのトルクの低下率が 7 % 以内の範囲にある構成としたことを特徴とするものである。

$$Y \geq -200d + 400$$

〔 Y : 引張強さ ( k g f / m m <sup>2</sup> ) 、 d : スチールワイヤ直径 ( m m ) 〕前記スチールワイヤワイヤは、下記の湿式伸線条件で製造されたものであることが好ましい。  
① 引抜き用ダイスとして、アプローチ角 2 α が 8 ~ 1 0 ° 、ベアリング長さが 0. 3 d<sub>1</sub> (但し、d<sub>1</sub> は引抜き孔径) で、かつ少なくとも最終引抜きダイスとこれより上流の数個のダイスのニブが焼結ダイヤモンドからなるものを用いる。

② 最終引抜きを 2 枚のダイスを直列に並べたダブルダイスを使用して行い、出口側ダイスでの引抜き減面率 1. 2 ~ 3. 9 % のスキンパスとする。

③ スキンパス直後のスチールワイヤ温度を 1 5 0 ° C 以下に制御する。

また、本発明の他の特徴は、前記スチールワイヤを複数本撚合したスチールコードとしたことにある。

【 0 0 0 8 】

【作用】本発明は現在、通常使われている炭素含有量が 0. 8 0 ~ 0. 8 9 重量% の炭素鋼線材を用いるため、この面で製造コストの増大をもたらさない。また引張り強さが  $Y \geq -200d + 400$  ( k g f / m m <sup>2</sup> ) の超高強度を有するため、少ない本数で良好な補強効果を実現することができる。なお、ワイヤの強度レベルの上限については、炭素含有量が 0. 8 0 ~ 0. 8 9 重量% である関係から、 $-200d + 430$  程度まで可能である。しかも、本発明は靱性の良否判断の手段として一方方向捻りと逆方向捻りによる捻り試験を採用し、この試験でのトルク低下率を 7 % 以内の範囲としている。このため、高強度と靱性を兼ね備え、撚り効率が良好で耐疲労性も良好なゴム補強用の超高強度スチールワイヤとなり、これを複数本撚り合わせたスチールコードは高強度、高靱性および耐疲労性にすぐれ、ゴム製品の補強材として使用することにより、コスト低減や軽量化を実現することができる。

【 0 0 0 9 】 詳述すると、本発明は、所定のつかみ間隔としてワイヤ軸線方向に軽く張力を掛けながら一定速度で一定方向 (たとえば時計方向) に所定回数ねじった後、逆方向 (たとえば反時計方向) に捻り返してワイヤが破断するまでの捻回トルク曲線をとるものである。

かかる一方方向-逆方向捻り方式による捻回トルク試験を採用したのは次のような理由による。すなわち、図 2 ( a ) のように一方方向に捻って捻回トルク曲線を測定した場合、トルクが連続して右上がりとなる正常な曲線を描いて破断に到るものと、破断に到る間でトルク低下が生ずるものとが現われる。かかるトルクの低下は伸線強加工によりワイヤ内部に生じた微細欠陥から割れが入ることにより起こるものと考えられる。しかし、この試験でトルク低下が見られないワイヤを実際に使用しこれを撚合してスチールコードを作ってみると、断線が発生したり、疲労特性が不十分なものが多数現われた。したがって、この試験によるトルク減少判断では靱性可否の判別は不十分かつ不正確である。

【 0 0 1 0 】 そこで、本発明者は、試みに図 2 ( b ) のように、一方方向の捻回トルクだけでなく、これに連続して逆方向の捻回トルクをも連続検出し、その逆方向の捻回トルク過程におけるトルク低下を実測して見た。その結果、かかる一方方向-逆方向捻回トルク試験においてトルクの低下がないかあっても少なかったワイヤはそれ自体強度も高く、耐疲労性も良好で、スチールコードへの撚り合わせ工程においても問題なく撚り線とすることができ、撚ることによる破断力の低下も少なく、また耐疲労性も良好であることがわかった。これに対して、一方方向捻り過程でトルク不良が現われないものの逆方向捻り過程でトルク低下が大きいワイヤは、疲労性の改善がいまだ不十分となっていた。そして撚り合わせ工程においても断線の発生があり、しかも撚り効率が悪く、得られたスチールコードはワイヤの強度が十分に発揮されなかった。

【 0 0 1 1 】 この知見に基づき本発明者はさらに直径や材質を異にする多数のワイヤについて一方方向-逆方向捻り方式による捻回トルク試験を行い、捻回トルクの低下率を測定してみた。その結果、いかなる場合でもトルク低下率が 8 % 以上では前記した良好な特性が得られないことを突き止めた。すなわち、トルク低下率 Δ T は、図 2 ( b ) の捻回トルク曲線において、最初の一方方向捻りでの捻じ弾性限すなわち図における右上がり直線部分の上限でのトルク値を T とし、逆方向捻りでの低下部トルク値の最小値を t とすると、トルク低下率 Δ T は次式で表される。但し、トルク低下のない場合は t = T とする。

$$\Delta T = [ ( T - | t | ) / T ] \times 100 ( \% )$$

このトルク低下率 Δ T が 8 % 以上では前記した不具合が生じていた。そこで本発明は、トルク低下率 Δ T が 7 % 以内の特性を示すスチールワイヤのみを靱性が正常とするパラメータを採用したのである。かかる本発明のパラメータは、1 × n 構造のスチールコード、さらには 2 + 2 で代表される n + m 構造のスチールコード製造で代表される一定方向に撚られ次いで撚りが戻されるような状況をよくシミュレートできることを意味している。

【0012】以下本発明を添付図面に基いて詳細に説明する。まず、本発明は、炭素含有量が0.80~0.89重量%の炭素鋼線材を用い所定中間径まで伸線した後、熱処理とめっき及び伸線を施して得られるスチールワイヤである。炭素鋼線材の炭素含有量の下限を0.80%としたのは、これを下回る炭素量では、後述する好適な最終伸線条件を採用しても、引っ張り強さが $Y \geq -200d + 400$  (kgf/mm<sup>2</sup>) が得られないからである。上限を0.89%としたのは、これを上回る炭素量ではコストが高くなるなどの問題があるからである。好ましくは炭素含有量が0.80~0.85%である。具体的な化学的成分組成としては、C:0.80~0.89%、Si:0.15~0.35%、Mn:0.3~0.9%、残部鉄および不可避免の不純物からなるものであるが、前記基本成分組成にCrやNiなどを合金元素として所定量添加していてもよい。

【0013】前記炭素鋼線材は直径が4.0~5.5mmのものが使用される。これを通常のように酸洗、コーティングを行い、連続乾式伸線してたとえば直径1.2~2.3mmの中間線材を得る。そして、この中間線材をバテンティング処理してベイナイト等の異組織を含まない均一な微細パーライト組織にし、ゴムとの接着性のよい合金（通常、真ちゅうめっき）を施し、熱拡散処理を行って最終原料線を得る。ついで、前記最終原料線を湿式伸線して目的径例えば直径0.1~0.4mmのめっき付きスチールワイヤを得る。そして、かかるスチールワイヤにおいて、前記したように一方向・逆方向捻り方式による捻回トルク試験でのトルク低下率 $\Delta T$ が7%以内のものを使用するのである。

【0014】前記のようなトルク低下率 $\Delta T$ が7%以内のスチールワイヤの製造方法としては、湿式伸線工程において次の条件を採用することが好適である。

①引抜き用ダイスとしてアプローチ角度(2 $\alpha$ )が8~10°、ベアリング長さが0.3d<sub>i</sub> (d<sub>i</sub>=引抜き孔径)のものを使用する。

②最終引抜きにおいては2枚のダイスを直列に並べたダブルダイスを使用し、出口側ダイスでの引抜き減面率を1.2~3.9%の範囲で軽いスキンプスを行う。

③使用する引抜き用ダイスは、ニブとして、少なくともダブルダイスの2枚とそれよりも上流のもの1~5枚程度のものに焼結ダイヤモンドニブを用いる。他は従来の合金ニブを用いてもよい。

④潤滑液温度を低く保持することにより最終引抜きダイス通過直後のワイヤの温度が150°C以下になるように制御する。

【0015】これらの条件を詳しく説明すると、図3は湿式伸線工程に用いる引抜き用ダイス(後述する最終引抜き用ダブルダイスを含む)を示しており、1はニブ2を内蔵したダイスであり、ニブ2はアプローチ部20の角度2 $\alpha$ が8~10°となっており、またベアリン

グ部21の長さlが0.3d<sub>i</sub>となっている。従来、アプローチ角は引抜き力が最も低くなることから12°が一般に採用されているが、これよりもむしろワイヤ表面と内部が均一な加工を受けて表面残留応力も低くなることが重要であることから本発明はアプローチ角を8~10°としたものである。そして、これによる引抜き抵抗の増大を抑制するため、ベアリング長さを短くしたもので、通常の0.5d<sub>i</sub>では引抜き抵抗が大きすぎるため適当でない。図4は最終引き抜き用のダブルダイス(仕上げ用ダイス)3を示しており、ケーシング4、4にそれぞれノーマルダイス5aとスキンプス用ダイス5bを近接して直列状に配置し、所定減面率を2分割して得るようにしている。前記ノーマルダイス5aとスキンプス用ダイス5bのニブ2a、2bはそれぞれ焼結ダイヤモンドで作られ、前記したアプローチ角とベアリング長さとなっている。上記のようにダブルダイス3の2枚のニブ2a、2bとこれの上流の引抜き用ダイスを含めて4枚程度のものに焼結ダイヤモンドニブを用いるのは、第1に焼結ダイヤモンドが合金ダイスに比べて表面の粗さも非常に平滑なため引抜き力を低くすることができ、また、引き抜いたワイヤの表面も平滑になり、耐疲労性向上にも効果があるからである。第2に焼結ダイヤモンドが硬いことから連続引抜きによる摩耗がほとんどなく、摩耗によるダイス径の増大とこれによる減面率の変化を防止できるからである。

【0016】次に最終引抜き用ダイスとしてダブルダイスを使用してスキンプスを行うのは、引抜きによるワイヤ発熱を低減するとともに、ワイヤ表面の残留応力を低く抑えるためである。スキンプス用ダイス5bによる引抜き減面率を1.2~3.9%の範囲としたのは、1%以下では加工量が少なすぎて残留応力の緩和作用が少なく、4.0%以上とあまり大きすぎても残留応力の緩和作用が少ないからである。そして、最終ダイス通過直後のワイヤの温度を150°C以下になるように潤滑液温度を低く保持するのは、スキンプスの採用と併せて潤滑液温度を低くコントロールすることにより、最終ダイス通過直後のワイヤ温度を一定値以下に抑えることにより、時効によるワイヤの脆化を防ぐことができる利点があるからである。このように潤滑液温度を低く保持する方法は、湿式伸線機の槽外に循環ポンプと冷却機を設け、循環液を槽から強制的に抜きこれを冷却して槽に戻す循環系とし、潤滑液温度を例えば操業中35°C以下に温度制御すればよい。

【0017】本発明は上記スチールワイヤを燃合したスチールコードを含むもので、スチールコード構造は任意である。1×n構造さらにはこれの外周に複数本のスチールワイヤを配して燃り合わせたものや、2+2、3+3などのn+m構造のものなどが挙げられる。

【0018】

【実施例】次に本発明の具体例を比較例と共に示す。

## 《具体例 1》

1) 原料として、直径 5.5 mm の炭素鋼線材を用いた。その成分組成は重量%で、C : 0.84%、Si : 0.21%、Mn : 0.51%、残部鉄および不可避免の不純物である。この線材を連続乾式伸線して中間径 2.20 mm 及び 2.0 mm の線にした。

2) 次に、この線に熱処理（パテンティング）と真鍮めっきを施して最終原料線とした。この時の線の引張り強さは中間径 2.20 mm の場合  $127 \text{ kgf/mm}^2$ 、中間径 2.0 mm の場合  $129 \text{ kgf/mm}^2$  であった。

3) 次に、連続湿式伸線を行って、目的径 0.35 mm のワイヤに仕上げ、実施例 1, 2, 3 のスチールワイヤと比較例 1, 2, 3, 4 を得た。この湿式伸線工程において、以下のように条件を変えてワイヤを製作した。ここで、実施例 1, 2 および比較例 1, 2, 3 は中間径 2.0 mm を、実施例 3 は中間径 2.2 mm を用いたものである。

【0019】〔実施例 1 について〕ダイスは全てアプローチ角度  $= 8^\circ$ 、ベアリング長さ  $= 0.3 d_1$  とし、最終引抜きにおいてはスキンパス減面率  $= 2.0\%$  としたダブルダイスを用い、また、このダブルダイスの 2 枚と直前の 4 枚（計 6 枚）に焼結ダイヤモンドニブを用い、それより上流は合金ダイスを用いた。この時、最終ダイス通過直後のワイヤ（上がりワイヤ）温度は潤滑液によって熱流束温度計の測定温度で  $147^\circ \text{C}$  にコントロールした。

〔実施例 2 について〕ダイスアプローチ角度  $= 10^\circ$  とし、スキンパス減面率  $= 2.5\%$ 、焼結ダイヤモンドニブの使用枚数は最終から 4 枚、他は実施例 1 と同じ条件で伸線した。上がりワイヤ温度は  $142^\circ \text{C}$  であった。

〔実施例 3 について〕ダイスアプローチ角度  $= 10^\circ$ 、スキンパス減面率  $= 2.0\%$ 、他は実施例 1 と同じ条件で伸線した。上がりワイヤ温度は  $148^\circ \text{C}$  であった。

〔比較例 1 について〕スキンパス減面率  $= 1.0\%$  とし、他は実施例 2 と同じ条件で伸線した。上がりワイヤ温度は  $153^\circ \text{C}$  であった。

〔比較例 2 について〕スキンパス減面率  $= 4.5\%$  とし、他は実施例 2 と同じ条件で伸線した。上がりワイヤ温度は  $143^\circ \text{C}$  であった。

〔比較例 3 について〕スキンパスを行わないで通常のシングルパスとし、他は実施例 1 と同じ条件で伸線した。上がりワイヤ温度は低く抑えることが困難で  $187^\circ \text{C}$  であった。

〔従来例 1 について〕従来の高強度ワイヤでダイスはアプローチ角度  $= 12^\circ$ 、ベアリング長さ  $= 0.5 d_1$ 、ダイスは全て合金ダイスを用いた。

【0020】《具体例 2》原料として、直径 5.5 mm の炭素鋼線材を用いた。その成分組成は重量%で C : 0.88%、Si : 0.24%、Mn : 0.51%、残部鉄及び不可避免の不純物である。この線材を連続乾式伸線して中間径 2.0 mm の線にした。次に、この線を熱処理と真鍮めっきを施して最終原料とした。この時の線の引張り強さは  $134 \text{ kgf/mm}^2$  であった。次に、以下のように湿式伸線を行って目的径 0.35 mm の実施例 4 と比較例 4 のワイヤを得た。

〔実施例 4 について〕ダイスアプローチ角度  $= 10^\circ$ 、ベアリング長さ  $= 0.3 d_1$  のダイスを用い、最終引抜きにおいてダブルダイスによって 2.0% のスキンパスを行った。なお、最終ダイス以前の 4 枚についてはダイヤモンドダイス（他は合金ダイス）を用いた。〔比較例 4 について〕スキンパスを行わず、最終ダイス以前の 6 枚をダイヤモンドダイス（他は合金ダイス）とし、その他の条件は実施例 4 と同じにした。

【0021】以上の具体例 1 及び 2 についての特性を表 1 に示す。表 1 において、「捻回値」は図 5 に示すように固定側の掴み具 6 と可動側の掴み具 7 の掴み間隔  $L = 100 d$  ( $d$  はワイヤ直径) で製品スチールワイヤ 8 を掴み、固定側の掴み具 6 から延出したワイヤ軸方向に軽く張力を掛けながら可動側の掴み具 7 を可変速モータ 9 により回転数  $= 30 \text{ rpm}$  で一方向に捻回してワイヤが破断するまでの回数を測定したものである。また捻回トルク試験は、固定側の掴み具 6 と可動側の掴み具 7 の掴み間隔  $L$  を  $300 d$  ( $d$  はワイヤ直径) とし、固定側の掴み具 6 から延出したワイヤ軸方向に軽く張力を掛けながら、可動側の掴み具 7 を可変速モータ 9 により捻回速度  $= 30 \text{ rpm}$  で一方向に 10 回捻回した後、ワイヤが破断するまで逆方向に前記振じり速度で捻返しを行ってそれぞれ捻回トルク曲線をとって判定した。なお、表 1 さらに後述する表 2、表 5 において、「一方向振り試験結果」および「一方向-逆方向振り試験結果」の○はトルク低下率  $\Delta T$  が 0~7% のもの（良好）を指し、×はトルク低下率  $\Delta T$  が 8% 以上のもの（不良）を示す。ワイヤの疲労限はハンター式回転曲げ疲労試験機によって求めた。

【0022】

〔表 1〕

10

20

30

40

【表 1】

特 性		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	従来例 1
引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )		349	344	356	353	341	347	340	354	312
捻回値 (R/100d)		38	35	34	37	28	29	26	25	33
一方向捻り試験結果		○	○	○	○	×	○	×	×	○
一方向+逆方向捻り試験結果		○	○	○	○	×	×	×	×	○
疲労限 (kgf/mm <sup>2</sup> )		110	110	110	110	90	95	90	95	85
最終 湿式 伸線	ダイス アプローチ角度(2α)	8	10	10	10	10	10	8	10	12
	ベアリング長さ	0.3d <sub>i</sub>	0.3d <sub>i</sub>	0.3d <sub>i</sub>	0.3d <sub>i</sub>	0.3d <sub>i</sub>	0.3d <sub>i</sub>	0.3d <sub>i</sub>	0.3d <sub>i</sub>	0.5d <sub>i</sub>
	スキンパス減面率(%)	2.0	2.5	2.0	2.0	1.0	4.5	—	—	—
	上がりワイヤ温度(℃)	147	142	148	145	153	143	187	181	—
	ダイヤモンドダイス枚	8	4	6	4	4	4	6	6	0

【0023】この結果から明らかなように、実施例1、2、3及び4は目的の強度を有し、また、捻回トルク試験におけるトルク不良もなく、疲労限も従来の高強度材（従来例1）に比べて非常に優れている。比較例1、2、3及び4はいずれも捻りトルク不良があり、いずれの疲労限も従来例に比べて改善が見られない。比較例2においては一方向捻りでトルク不良はないが、逆方向捻りも加えるとトルク不良の発生があって、疲労限も大きな改善が見られない。従って、一方向捻りと逆方向捻りを組み合わせた捻回トルク試験の結果が重要であることがわかる。

【0024】《具体例3》原料として、直径5.5mmの炭素鋼線材を用いた。その成分組成は重量%で、C：0.82%、Si：0.20%、Mn：0.53%、残部鉄及び不可避免的不純物である。この線材を連続乾式伸線して中間径1.43mmの線にした。次に、この線を熱処理と真鍮めっきを施して最終原料とした。この時の線の引張強さは136kgf/mm<sup>2</sup>であった。次で、連続湿式伸線を行って目的径の0.20mmのワイヤに仕上げた。この湿式伸線工程において条件を変えてワイヤを製作した。

〔実施例5について〕ダイスは全てアプローチ角度=8°、ベアリング長さ=0.3d<sub>i</sub>とし、最終引抜きにおいてスキンパス減面率=2.0%としたダブルダイスと

し、また、全ダイスとも焼結ダイヤモンドニブを用いた。

〔実施例6について〕ダイスは全てアプローチ角度=10°、ベアリング長さ=0.3d<sub>i</sub>とし、スキンパス減面率=1.5%とし、また、スキンパスの2枚とその直前の2枚の計4枚は焼結ダイヤモンドニブとし、それより前のダイスは合金ダイスを用いた。

〔比較例5について〕ダイスは全てアプローチ角度=10°、ベアリング長さ=0.5d<sub>i</sub>とし、最終のスキンパス減面率=4.5%としてその他は実施例6と同じ条件で伸線した。〔比較例6について〕ダイスアプローチ角度=8°、最終スキンパス減面率=2.0%とし、スキンパスの2枚とその直前の4枚の計6枚については焼結ダイヤモンドニブとし、それより前は合金ダイスを用いて、他は比較例5と同じ条件で伸線した。

〔比較例7について〕ダイスは全てアプローチ角度=8°、ベアリング長さ=0.3d<sub>i</sub>とし、最終はシングルダイスとした。他は比較例6と同じ条件で伸線した。

〔従来例2について〕従来の高強度ワイヤであり、ダイスアプローチ角度=12°、ベアリング長さ=0.5d<sub>i</sub>とし、全て合金ダイスを用いたものである。以上についての特性を表2に示す。

【0025】

【表2】



【表 2】

特 性			実施例 5	実施例 6	比較例 5	比較例 6	比較例 7	従来例 2
引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )			3 7 7	3 7 5	3 7 5	3 7 9	3 8 0	3 3 2
捻回値 (B/100d)			4 4	4 8	3 2	4 3	3 0	4 2
一方向捻り試験結果			○	○	×	○	×	○
一方向+逆方向捻り試験結果			○	○	×	×	×	○
疲労限 (kgf/mm <sup>2</sup> )			1 3 5	1 4 0	1 1 0	1 1 5	1 1 0	1 1 0
最終 湿式 伸線	ダイ ス	アプローチ角度(2σ)	8	1 0	1 0	8	8	1 2
		ベリタス	0.3d <sub>1</sub>	0.3d <sub>1</sub>	0.5d <sub>1</sub>	0.5d <sub>1</sub>	0.3d <sub>1</sub>	0.5d <sub>1</sub>
	スキンパス減面率(%)		2. 0	1. 5	4. 5	2. 0	—	—
	上がりワイヤ温度(°C)		1 3 5	1 3 0	1 3 8	1 4 0	1 7 4	—
	ダイヤモンドダイス使用 数		全ダイス	4	4	6	6	0

【0026】表2から明らかなように、実施例5、6は目的の強度に達し、しかも捻りトルクの不良もなく、疲労限も従来例2に比較して高い。一方、比較例においては、その強度が目的に達していても、疲労限は従来例に比べて改善がほとんどないことがわかる。

【0027】《具体例4》具体例1、2の直径0.35mmのワイヤと、具体例3の直径0.20mmのワイヤを用いて、パンチャー式撚り線機で撚り合わせてスチールコードを製作した。すなわち、直径0.20mmのワイヤ3本をS方向に撚り合せて1×3構造の芯ストランドとし、更にこの周りに直径0.35mmのワイヤ6本をS方向に撚り合わせて、1×3(0.20)+6(0.35)構造のスチールコード(撚りピッチ:1×3は10mm、+6は18mm)を製作した。それらスチールコードに使用したワイヤは以下のとおりである。下記において、芯は芯ストランドを、側は側ストランドをそれぞれ意味する。

実施例7…芯:実施例5のワイヤ、側:実施例1のワイヤ

実施例8…芯:実施例6のワイヤ、側:実施例2のワイヤ

実施例9…芯:実施例6のワイヤ、側:実施例3のワイヤ

実施例10…芯:実施例6のワイヤ、側:実施例4のワイヤ

比較例8…芯:比較例5のワイヤ、側:比較例1のワイヤ

比較例9…芯:比較例6のワイヤ、側:比較例2のワイヤ

比較例10…芯:比較例7のワイヤ、側:比較例4のワイヤ

従来例3…従来の同一構造の高強度材スチールコード。

(芯:従来例2のワイヤ、側:従来例1のワイヤ)

以上のスチールコードについて特性を表3に示す。

【0028】《具体例5》実施例1、3、比較例1、2及び従来例1のそれぞれのワイヤを使ってパンチャー式撚り線機を用いて、ほぼ平行に2本の素線(ワイヤ)を引き揃え、その周りに他の2本の素線をS方向にピッチ18mmで巻き付けるように撚り合せる2+2構造のスチールコードを製作し、それぞれ実施例11、12、比較例11、12及び従来例4とした。これらのスチールコードの特性を表4に示す。

【0029】なお、「耐疲労性」は、所定の径をもつ回転自在の3ヶのロールを千鳥状に配して、これに沿わせてコードをその破断荷重の10%の負荷の下に張り渡して、このロールを左右に繰り返し移動させてコードに繰り返し曲げを与えるもので、コードが破断するまでの回数を測定する。表中の数値は従来例を100としたものである。表3、表4さらに後述する表6において、「撚り線性」の◎は問題なし、△は断線あり、×は断線多数を示している。

【0030】

【表3】

【表 3】

特 性	実施例 7	実施例 8	実施例 9	実施例 10	比較例 8	比較例 9	比較例 10	従来例 3
撚り線性	◎	◎	◎	◎	×	△	×	◎
破断荷重(kgf)	224	220	227	227	210	216	209	197
耐疲労性	135	130	131	137	94	106	90	100
撚り効率(%)	94.5	94.0	94.2	94.8	90.4	91.7	87.0	93.2

【0031】

【表 4】

特 性	実施例 11	実施例 12	比較例 11	比較例 12	従来例 4
撚り線性	◎	◎	×	△	◎
破断荷重(kgf)	129	131	120	123	114
耐疲労性	126	121	98	102	100
撚り効率(%)	96.0	95.6	91.4	92.1	95.0

【0032】表3と表4から明らかなように、実施例7～12は撚り線も問題なくでき、撚り合わせによる強度の低下も少なく破断荷重も十分高く維持され（撚り効率が高く）、また耐疲労性も非常に高い。一方、比較例においては撚りトルクの不良があるワイヤでコードにされているため、撚り効率が大きく低下しているだけでなく、耐疲労性も悪くなっている。ここで、コードを分解してワイヤを取出し、これについて撚り試験を行ったが、撚り線前のワイヤとほぼ同じ捻回—トルク曲線を示した。

【0033】《具体例6》実施例3の最終原料線を用いて連続湿式伸線を行って、目的径0.38mmのワイヤに仕上げた。この湿式伸線工程で以下のような条件でワイヤを製作した。

〔実施例13について〕ダイスアプローチ角度=10

°、ベアリング長さ=0.3d<sub>1</sub>とし、スキンパス減面率=2.0%、ダブルダイスの2枚とその直前の2枚を焼結ダイヤモンドニブとし、それより上流は合金ダイスを用いて伸線した。

〔実施例14について〕スキンパス減面率を3.0%とし、他は実施例13と同じ条件とした。

〔比較例13について〕ダイスベアリング長さを0.5d<sub>1</sub>、スキンパス減面率を4.5%とし、他は実施例13と同じ条件とした。

〔従来例5について〕従来の高強度ワイヤでダイスはアプローチ角度=12°、ベアリング長さ=0.5d<sub>1</sub>であり、ダイスは全て合金ダイスを用いた。以上のワイヤについての特性を表5に示す。

【0034】

【表 5】

特 性		実施例13	実施例14	比較例13	従来例5
引張強さ(kgf/mm <sup>2</sup> )		341	345	348	298
捻回値 (B/100d)		35	32	32	31
一方向捻り試験結果		○	○	○	○
一方向+逆方向捻り試験結果		○	○	×	○
疲労限 (kgf/mm <sup>2</sup> )		100	100	90	80
最終 湿式 伸線	ダイス アプローチ角度(2α)	10	10	10	12
	ベアリング長さ	0.3d <sub>i</sub>	0.3d <sub>i</sub>	0.5d <sub>i</sub>	0.5d <sub>i</sub>
	スキンバス減面率(%)	2.0	3.0	4.5	—
	上がりワイヤ温度(°C)	147	148	162	—
	ダイヤモンドダイス使用枚数	4	4	4	0

【0035】《具体例7》具体例6の0.38mmのワイヤと具体例3の0.20mmのワイヤを用いてパンチャー式撚線機で撚り合わせてスチールコードを製作した。すなわち、直径0.20mmのワイヤ3本をZ方向に撚り合わせて1×3のストランドとし、更にこの周りに直径0.38mmのワイヤ6本をS方向に撚り合わせて1×3(0.20)+6(0.38)構造のスチールコード(撚りピッチ:1×3は10.0mm、+6は18.0mm)を製作した。使用したワイヤの関係は以下のとおりである。芯は芯ストランド、側は側ストランドを示す。

実施例15…芯:実施例5のワイヤ,側:実施例13のワイヤ

実施例16…芯:実施例5のワイヤ,側:実施例14のワイヤ

比較例14…芯:比較例6のワイヤ,側:比較例13のワイヤ

従来例6…芯:従来例2のワイヤ,側:従来例5のワイヤ

30 以上のスチールコードについての特性を表6に示す。

【0036】

【表6】

	実施例15	実施例16	比較例14	従来例6
撚り線性	◎	◎	△	◎
破断荷重(kgf)	250	254	248	218
耐疲労性	126	123	98	100
撚り効率(%)	93.4	94.0	91.0	93.2

【0037】この表6から本発明は撚り線性、強度、耐疲労性および撚り効率で良好な特性が得られていることがわかる。

【0038】

【発明の効果】以上説明した本発明の請求項1と請求項2によるワイヤによれば、C含有量0.80~0.89重量%の線材を用いながら、従来の普通高強度ワイヤよりも約20%、高強度材よりも約10%強度の高い超高

強度を有し、しかも靱性も良好であるため耐疲労性もよく、コードとする場合の撚り効率の低下を少なくすることができ、良好な特性のスチールコード用材料を提供できるというすぐれた効果が得られる。また、請求項3によれば、ゴム製品に対する補強効果が高くコスト低減と軽量化を実現することができるというすぐれた効果が得られる。

50 【図面の簡単な説明】

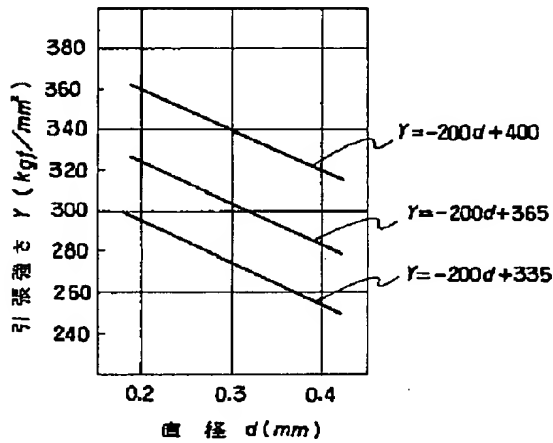
【図 1】ワイヤ直径と引っ張り強さの関係を示す線図である。

【図 2】(a)は一方向捻り-トルク試験における捻回-トルク曲線を示す線図であり、(b)は本発明による捻り-トルク試験における捻回-トルク曲線を示す線図である。

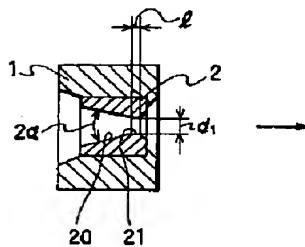
【図 3】本発明に使用する引抜き用ダイスの断面図である。

【図 4】本発明に使用する最終引抜き用ダイスの断面図である。

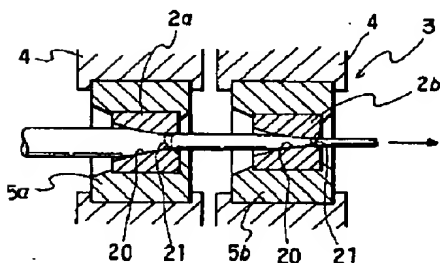
【図 1】



【図 3】



【図 4】

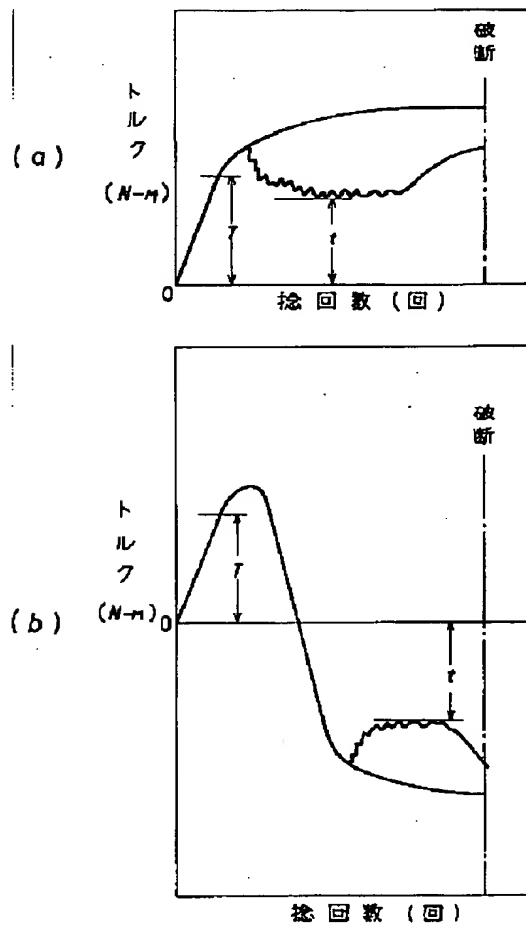


【図 5】捻り-トルク試験機の概要を示す説明図である。

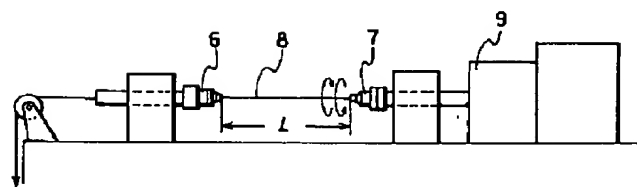
【符号の説明】

- 1 固定側の掴み具
- 2 可動側の掴み具
- 4 ワイヤ
- T 捻り弾性限でのトルク値
- t 低下部でのトルク値の最小値

【図 2】



【図 5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
15/04

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

7310-4F

B29C 67/14

X